

# PROSIDING



**SEMINAR NASIONAL VIII**

**REKAYASA DAN APLIKASI**

**TEKNIK MESIN DI INDUSTRI**

Kampus ITENAS

Bandung, 24 - 25 November 2009

Editor

: M. Ridwan, MT.  
Marsono, MT.  
Noviyanti N., MT.  
Tito Shantika, M.Eng.  
Liman Hartawan, ST.  
Nuha Desi Anggraeni, S.Si.  
Nyak Sabara, ST.  
M. Pramuda, ST.  
Nota Morra, ST.



---

**Penyelenggara :**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL (ITENAS) - BANDUNG**

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL VIII  
Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri  
Itenas, Bandung, 24 November 2009**

**Editor:**

**Marsono, ST., MT.  
Liman Hartawan, ST.  
Noviyanti Nugraha, ST., MT  
Muhammad Ridwan, ST., MT  
Tito Shantika, ST., M.Eng  
Nuha Desi, S.Si  
M. Pramuda N, ST  
N. Morra, ST**

**Pengarah :**

**Prof. Dr. Aryadi Suwono, Ir.  
Prof. Partosiswojo, Ir.  
Dr. Ari Darmawan Pasek, Ir.  
Dr. Abdurrachim, Ir.  
Dr. Agus Hermanto, Ir., MT.  
Dr. Irfan Hilmy  
Moh. Yuhan S., Ir., MT.  
Syahril Sayuti, Ir., MT.  
Dr. Ing. M. Alexin P.**

**Desain Sampul :**

**Muhammad Ridwan, ST., MT.**

**ISSN 1693 - 3168**

**Cetakan Pertama, November 2009**

**Hak Cipta dilindungi Undang-Undang**

**Dilarang mengutip, memperbanyak atau menterjemahkan sebagian atau seluruh isi buku tanpa ijin dari Jurusan Teknik Mesin, ITENAS.**

## PENGANTAR

*Assalamu'alaikum. warahmatullahi wabarrakatuh,*

Pertama-tama marilah kita panjatkan Puji Syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas izin dan karunia-Nya kita dapat bertemu dan bersilaturahmi dalam seminar di kampus Itenas-Bandung. Semoga seminar ini dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan tujuannya.

Seminar ini merupakan agenda tahunan civitas akademika Jurusan Teknik Mesin, FTI – Itenas, yang sudah dimulai sejak tahun 2002. Seminar ini diharapkan menjadi forum diskusi dan tukar informasi kegiatan studi dan penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti dari perguruan tinggi (dosen dan mahasiswa), instansi penelitian maupun praktisi industri, khususnya yang terkait dengan bidang teknik mesin, sehingga dapat meningkatkan sinergi diantara keduanya.

Pada seminar kali ini, panitia telah berhasil menghimpun 51 makalah dan sekitar 30 makalah akan dipresentasikan. Makalah dikelompokkan ke dalam lima sub topik yaitu Teknologi Konversi Energi, Teknologi Manufaktur dan Metrologi, Teknologi Bahan dan Material Komposit, Teknologi Perancangan dan Pengembangan Produk, dan Teknologi Sistem Kendali dan Pemrosesan Sinyal.

Dalam kesempatan ini, perkenalkan kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada seluruh penyaji makalah, peserta, civitas akademika Jurusan teknik Mesin, FTI – Itenas, dan semua pihak yang telah berpartisipasi aktif sehingga seminar ini dapat terselenggara. Semoga kerjasama yang telah kita bangun selama ini dapat terus ditingkatkan dimasa-masa mendatang. Mohon maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan.

Akhir kata kami mengucapkan selamat mengikuti seminar, semoga semua gagasan dan pikiran yang berkembang selama seminar ini, dapat tercatat sebagai sumbangsih yang bermanfaat untuk kejayaan bangsa dan Negara kita.

*Wabillahi taufiq walhidayah, Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Bandung, 19 November 2009  
Jurusan Teknik Mesin, FTI – Itenas

Encu Saefudin, Ir., MT  
Ketua



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	Hal
	i
<b>TOPIK TEKNOLOGI PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK</b>	<b>TPPP</b>
01 Perancangan Dan Pembuatan Alat Pelurus Kawat ( <i>Ali</i> )	1
02 Analisis Statik Struktur Mesin Pencetak Batu Bata Merah Berkapasitas 8 Buah Per Menit Dengan Menggunakan Cosmosworks 2004™ ( <i>Encu Saefudin, Tito Shantika</i> )	7
✓ → 03 Rancang Ulang dan Pembuatan Mold Tutup Galon Air Minum Isi Ulang dari <i>Single</i> menjadi <i>Double Mold Cavity</i> untuk Aplikasi pada Mesin <i>Injection Manual</i> ( <i>Susila Candra, Yon Haryono, Amelia Tenggara</i> )	16
→ 04 Perancangan Mesin Pengupas Kulit Buah Kopi Basah Berkapasitas 300 Kg/Jam ( <i>Ali</i> )	24
05 Perancangan Mesin Pengaduk ( <i>Mixer</i> ) Bahan Batu Bata Merah ( <i>Tito Shantika, Encu Saefudin</i> )	30
✓ → 06 Modifikasi Mekanisme Unit Injeksi Pada Mesin Injeksi Plastik Manual (tenaga manusia) Menjadi Berpenggerak Motor Listrik AC ( <i>Yon Haryono, Susila Candra, Andrew Eko Gunawan, Edwin Priyadi</i> )	39
07 Perancangan Modular Home Container ( <i>Yuwono B Pratiknyo, The Jaya Suteja, Harta D S</i> )	47
08 Kaji Teoritik Respon Getaran Mobil Jenis Sedan Dengan Menggunakan Visual Basic 6.0 ( <i>Encu Saefudin</i> )	55
09 Perancangan Mesin Penghancur Batok Kelapa Berkapasitas 2 Kg/Jam ( <i>Rony Kurniawan, Encu Saefudin</i> )	65
10 Perancangan Mesin Pengaduk Media Tumbuhnya Jamur Tiram Dengan Kapasitas 150 Kg Per Proses ( <i>Tito Shantika, Encu Saefudin</i> )	74
11 Pemodelan Elemen Hingga Single Lap Joint untuk mendapatkan Kontur Triaxiality dan tegangan von-Mises di daerah adhesive ( <i>Irfan Hilmy</i> )	81
12 Perancangan Konstruksi Model Motor Stirling Tipe Alpha Dengan Konfigurasi V ( <i>Liman Hartawan, Muh. Ridwan, Dito Prayudi</i> )	89
13 Pengaruh Getaran Perkakas Potong Terhadap Kekerasan Permukaan pada Proses Hard Turning Baja DF3 ( <i>Slamet Wiyono, Rina Lusiani</i> )	94
<b>TOPIK TEKNOLOGI BAHAN DAN MATERIAL KOMPOSIT</b>	<b>TBMK</b>
14 Penumbuhan Film Tipis GaN pada Template ZnO dengan Metode MOCVD untuk Aplikasi Optoelektronik ( <i>Agus Setiawan, Ida Hamidah, Euis Sustini</i> )	1
15 Perancangan dan Pembuatan Fixture untuk Persiapan Spesimen Scarf Joint ( <i>Irfan Hilmy</i> )	7
16 Meningkatkan Kekerasan Permukaan Baja <i>Hotwork Tools steel</i> Melalui Proses <i>Powder Nitriding</i> dengan media Urea ( <i>Umen Rumendi, Moch. Fauzi</i> )	13
17 Pola Tegangan Sisa Sambungan Las Rel R54 Hasil Pengelasan <i>SMAW</i> ( <i>Yurianto</i> )	23
18 Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai <i>Wall Filler Substance</i> Pada Perancangan <i>Modular Home Container</i> ( <i>Yuwono B Pratiknyo, Susila Candra, Eric G Putra Hardiyanto</i> )	31
19 Pengaruh Kondisi Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah ( <i>Yusril Irwan</i> )	37

TOPIK MAKALAH:  
TEKNOLOGI PERANCANGAN  
DAN PENGEMBANGAN PRODUK  
(TPPP)



SEMINAR NASIONAL VIII  
REKAYASA DAN APLIKASI TEKNIK MESIN  
DI INDUSTRI

## Modifikasi Mekanisme Unit Injeksi pada Mesin Injeksi Plastik Manual (Tenaga Manusia) menjadi Berpenggerak Motor Listrik AC

Yon Haryono, Susila Candra, Andrew Eko Gunawan, Edwin Priyadi  
Teknik Industri, Prog. Studi Teknik Manufaktur, Universitas Surabaya  
Gedung TG It5.2 Jl Raya Kalirungkut Surabaya  
[Susila\\_c@ubaya.ac.id](mailto:Susila_c@ubaya.ac.id)

### Abstrak

Gaya injeksi maksimal pada mesin injeksi plastik manual, (tenaga manusia) hanya berkisar 3 ton. Jika dilihat dari sisi kontinuitas proses produksi dan produktivitas, mesin injeksi manual sangat rendah. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu sebuah modifikasi mekanisme dan penggerak pada mesin injeksi plastik manual. Tahapan perancangan modifikasi mesin ini adalah studi literatur dan identifikasi kebutuhan, pembuatan konsep desain, pemilihan konsep dan pengembangan konsep, analisis teknik, analisis proses pembuatan, pembuatan dan implementasi. Hasil rancangan diperoleh mesin injeksi plastik manual bermekanisme mekanis dengan penggerak motor listrik 1,5 Hp, menghasilkan kapasitas gaya injeksi maksimum sampai dengan 5 ton. Modifikasi struktur mesin dan mekanisme unit injeksi membutuhkan komponen: reducer, sprocket and chain dan "shaft and bearing", rangka tambahan, dan komponen kontrol sederhana untuk mengatur seluruh pergerakan maju dan mundurnya piston penekan. Prototipe hasil rancangan dicoba untuk aplikasi injeksi / mencetak produk alas kaki kursi. Hasil uji performansi sebagai berikut: hasil injeksi cukup baik, 1 cycle injeksi membutuhkan waktu sekitar 15 detik, kapasitas 5 ton, daya listrik 1,5 Hp (sekitar 1500 watt). Dengan modifikasi ini, maka operator lebih ringan pekerjaannya dan kapasitas produksi dapat ditingkatkan hampir dua kali lipat.

**Kata kunci :** Gaya injeksi, mesin injection moulding manual, perancangan mould, motor ac, sprocket-chain



## 1. Pendahuluan

Material plastik dapat dibentuk menjadi bermacam-macam produk melalui beberapa proses, salah satunya ialah proses *injection moulding*. Mesin *injection moulding* ini memiliki beberapa tipe berdasar dari cara penginjeksian, ada mesin *injection moulding* manual dimana operator harus banyak bekerja dalam melakukan penginjeksian material plastik yang leleh kedalam *cavity*. Selain itu, mekanisme secara manual ini akan berdampak pada kecilnya kapasitas produksi yang dihasilkan sehingga mesin ini tidak ekonomis. Berdasar hal itulah maka akan dirancang suatu perubahan dari mekanisme penginjeksian material plastik secara manual akan dirubah ke mekanisme semiotomatis, sehingga diharapkan dapat memperingan tugas operator dan meningkatkan kapasitas produksi sehingga mesin ini menjadi lebih ekonomis. Perancangan ini akan dilakukan pertama kali pada mesin *injection moulding* manual yang ada di labotarium proses manufaktur universitas surabaya

Masalah-masalah yang terjadi sehingga perlu dibuat penyelesaiannya ialah :

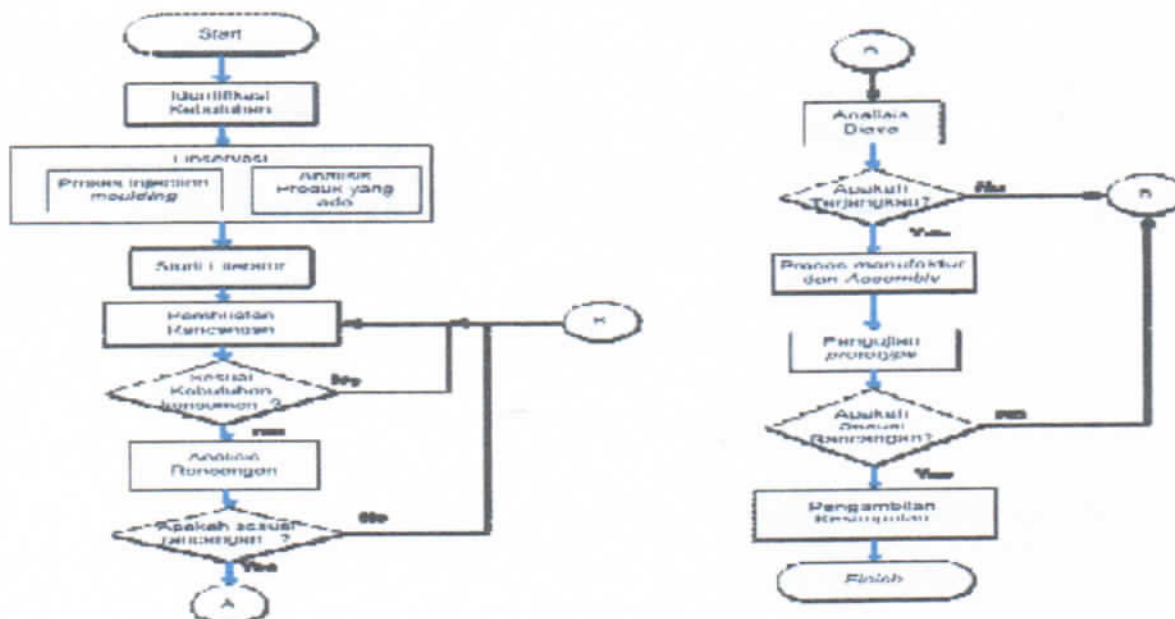
- Mekanisme penginjeksian material plastik secara manual menyebabkan kapasitas produksi menjadi kecil karena bergantung pada stamina operator sehingga mesin ini menjadi tidak ekonomis.
- Mekanisme penginjeksian material plastik secara manual sangat memberatkan operator karena operator perlu menggunakan tenaga yang besar secara kontinyu saat menginjeksikan material lelehan plastik.

Melalui perancangan ini maka diharapkan tercapai beberapa tujuan yang kiranya dapat membantu pemilik mesin *injection moulding* manual dalam menjalankan usahanya sehingga mendapat hasil yang lebih baik. Beberapa tujuan yang dimaksud ialah :

- Perancangan ini dapat meningkatkan kapasitas produksi yang awalnya bergantung energi manusia menjadi energi motor
- Perancangan ini bertujuan meringankan beban operator

## 2. Metodologi Perancangan

Perancangan mesin *injection moulding* berpengerak motor ini dikerjakan berdasarkan alur-alur perancangan. Metodologi perancangan tersebut sesuai dengan *flow chart* pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flow Chart Perancangan

### 3. Pemilihan Konsep Desain

Pemilihan konsep desain ini berdasarkan atas pertimbangan:

1. Produk referensi perancangan: alas kaki kursi plastik dengan berat 6 gr.
2. Optimalisasi kemampuan konstruksi, clamping force mesin
3. Peningkatan produktivitas mesin manual.

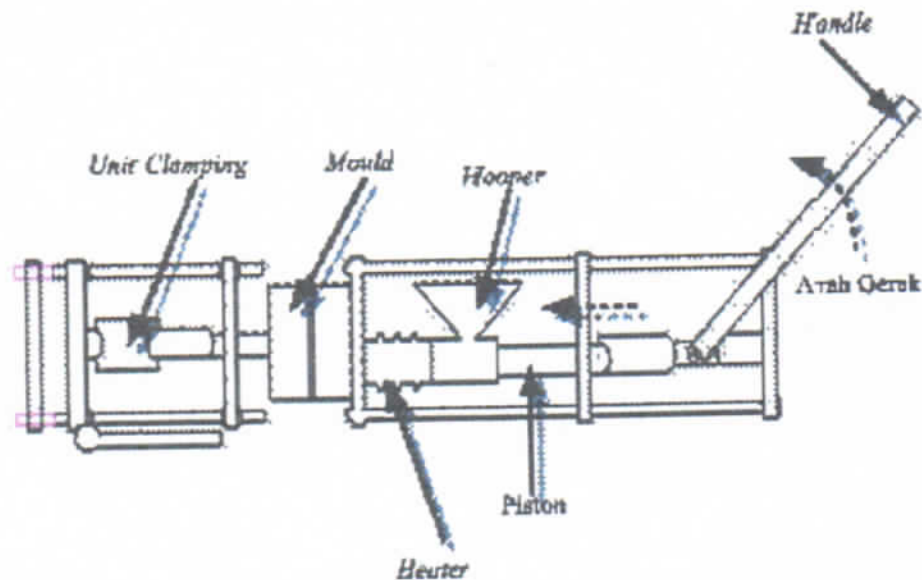
Spesifikasi awal ini dapat dijadikan acuan dalam pembuatan rancangan selanjutnya, dari hasil survey (keinginan pengguna) sebagai berikut :

Dimensi : 210 cm X 80 cm X 100 cm (dimensi mesin+modifikasi)

Volume maksimal Container (tabung penekan : 50 GRAM)

Harga akhir setelah modifikasi : ≤ 12 juta rupiah

Identifikasi awal adalah melakukan observasi mekanisme mesin manual dan mold yang saat ini dipakai serta prosedur/langkah-langkah proses penginjeksian di mesin manual. Gambar 2 memberikan gambaran bahwa bagaimana mekanisme mesin manual tersebut dijalankan. Bahwa komponen mesin sebagai penggerak awal adalah lengan penekan (*handle*). Gaya tekan manusia diberikan kepada lekan penekan, kemudian diteruskan ke mekanisme lengan dan engsel, dan terakhir menggerakkan piston penekan untuk melakukan peninjeksian plastik ke dalam *mold* (*mould*).



Gambar 2. Mesin Injection Moulding Manual

Setelah melihat mekanisme mesin *injection moulding* manual, maka disusun alternatif-alternatif konsep untuk mesin injeksi berpengerak motor listrik (*power electric motor*). Alternatif-alternatif konsep awal dapat dilihat alur morfology mekanisme seperti diperlihatkan pada tabel 1 berikut ini :



Tabel 1. Morphology Chart

Fungsi	Alternatif	
	A	B
Mekanisme penggerak putar	Mekanisme seperti pada mesin	Poros ntu
Pergerakan putaran motor	Manual (operator)	Drum watch
Timebase daya	On	Sprocket-chain
Fungsi holding	Manual	Timer
Konsep yang dihasilkan	1	2

Tabel 2. Concept Screening Table

Kriteria Seleksi	Konsep					
	Referensi	1	2	3	4	5
Kemudahan Pengoperasiannya	0	+	+	+	-	+
Kemudahan Perawatan	0	-	+	-	+	-
Kemudahan Proses Manufaktur	0	+	-	-	-	+
Kapasitas Produksi	0	+	-	+	-	+
Keamanan	0	+	+	-	-	+
Keselamatan	0	-	+	+	-	+
Kesederhanaan konstruksi	0	+	-	-	+	+
Harga	0	-	-	-	-	-
Jumlah "+"	8	0	0	0	0	0
Jumlah "-"	0	5	5	3	4	7
Jumlah "="	0	3	3	5	4	1
Nilai Akhir	0	2	2	-2	0	6
Ranking	4	2	3	6	5	1
Lanjut ?	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Ya

Keterangan :

Tanda "+" untuk "lebih baik" dari konsep referensi, tanda "-" untuk "lebih buruk" dari konsep referensi, tanda "0" untuk "sama dengan" dari konsep referensi.

Dari 2 alternatif yang tersusun, dihasilkan 5 buah konsep yang selanjutnya akan melalui proses *concept screening* dan proses *concept scoring* untuk mendapatkan konsep terpilih yang akan digunakan dalam perancangan ini. Dari kelima konsep yang telah muncul, kemudian diseleksi lebih lanjut dengan menggunakan metode *concept screening*.

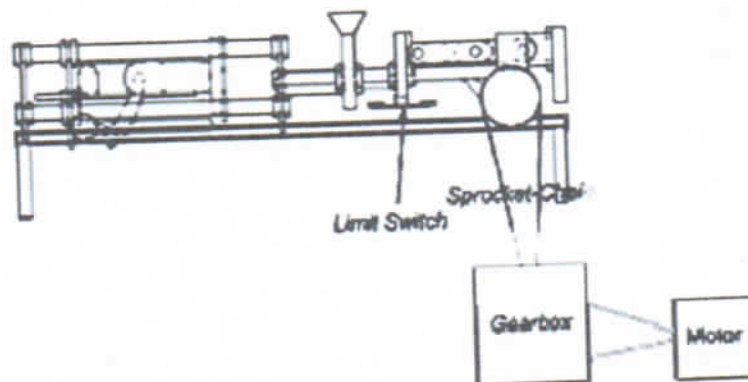
Dari hasil proses penyaringan konsep seperti tabel 2 diatas, dihasilkan 3 buah konsep yang terbaik. Penilaian tersebut dipertimbangkan berdasarkan nilai harus lebih besar dari "0". Jadi konsep yang bernilai "0" atau minus, tidak masuk dalam ranking hasil penyaringan konsep atau gugur dalam seleksi. Berdasarkan kriteria tersebut, maka didapatkan 3 konsep dengan urutan tiga ranking teratas Konsep 1; Konsep 2 dan Konsep 5.

Selanjutnya dipilih satu konsep yang layak untuk dilanjutkan ke tahap pengembangan konsep yaitu dengan pertimbangan kriteria dan seperti dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini. Konsep terpilih dan layak dikembangkan adalah konsep 5.

Tabel 3 Matrik Penilaian Konsep

		Konsep					
		1		2		5	
Kriteria Seleksi	Bobot	Ranking	Skor	Ranking	Skor	Ranking	Skor
Kemudahan Penggunaan	22,73%	4	0,91	3	0,68	4	0,91
Kemudahan Perawatan	13,64 %	2	0,27	3	0,41	3	0,41
Kemudahan Proses Manufaktur	13,64%	4	0,55	2	0,27	4	0,55

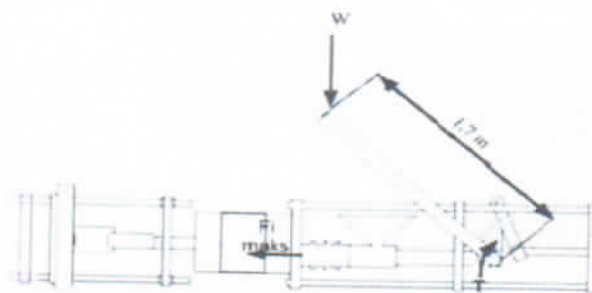
Kapasitas Produksi	9,09%	4	0,36	4	0,36	4	0,36
Kecamatan	9,09%	3	0,27	3	0,27	3	0,27
Keawetan	9,09%	3	0,27	3	0,27	3	0,27
Kesederhanaan konstruksi	4,55%	3	0,14	1	0,05	3	0,14
Harga	18,18 %	2	0,36	1	0,18	2	0,36
	Total Skor	3,13		2,49		3,27	
	Rangking	2		3		1	
	Lanjut	Tidak		Tidak		Ya	



Gambar 3. Skema Konsep 5 (Konsep terpilih)

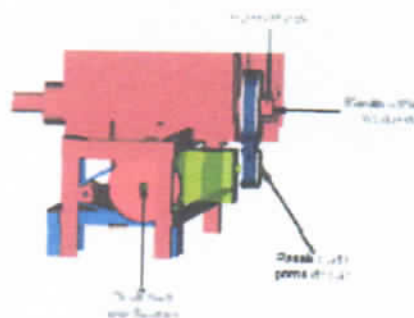
#### 4. Analisis Teknik, Pembuatan dan Pengujian Prototype

- **Menentukan Gaya Clamping Force**  
*Clamping Force* ditentukan dari struktur dan mekanisme dari mesin injeksi manual (milik Prodi Teknik Manufaktur Ubaya). Struktur dan mekanisme penumpu terbesar adalah pada komponen "pen" dan "ulir pemegang *mold base plate*". Hasil perhitungan kemampuan maksimal jepit (*Clamping Force*) lebih dari 3 ton (mendekati 5 ton).
- **Perhitungan Gaya Injeksi Maksimum dan Torsi Lengan Penekan**  
 Gaya tekan maksimal dari seorang operator dan berat operator dari data survey 127,5 kg. Free body diagram dan mekanisme tekan seperti pada gambar 4 di bawah ini, maka gaya injeksi maksimal sekitar 3 ton dan torsi yang terjadi dapat mencapai 2.126,32 N.m
- **Perhitungan daya Injeksi yang diperlukan**  
 Jika gaya tersebut diberikan kepada lengan penekan dengan kecepatan maksimal 0,6 m/dt oleh seorang operator, maka daya yang dihasilkan adalah 750 Watt atau sekitar 1 Hp. Sehingga dengan mempertimbangkan efisiensi mesin dan motor sekitar 70% maka daya motor yang layak dipakai sebesar 1,5 hp



Gambar 4. Gaya pada mesin

- Analisis Komponen Kritis dan Sprocket Chain
  - o Dengan gaya dan daya maksimal serta mekanisme mesin injeksi manual selanjutnya dilakukan analisis dan pemilihan *sprocket chain*. Dari analisis diperoleh kemampuan maksimal sprocket and chain (bekerja pada kecepatan rantai 4-10 m/s ) dapat menerima beban sebesar 6.245 kg, dan kemudian dipilihlah jenis sprocket RS80-1 standard ANSI G7 Roller Chain.
  - o Analisis teknik semua komponen pasak dan poros dengan referensi gaya dan daya maksimal. Semua komponen pasak dengan material ST60 dan dengan dimensi yang ditetapkan, semua komponen dalam batas aman.



Gambar 5. Komponen Kritis

- Pembuatan Mekanisme Unit Injeksi pada Mesin Injeksi Plastik Manual dengan penggerak Motor Listrik AC dan Pengujian *Prototype*  
 Pembuatan mekanisme unit injeksi diawali pembuatan struktur pemegang komonene-komponen tambahan dan pelek motor penggerak, serta mekanisme penggerak lainnya. Hasil pembuatan dan modifikasi mekanisme unit injeksi seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Mesin Inject Berpenggerak Motor listrik AC

Pengujian *prototype* merupakan tahapan untuk mengetahui apakah alat yang telah dirancang dan dibuat berjalan dengan baik dan sesuai tujuan yang diinginkan. Pengujian *prototype* mesin



*injection moulding* berpenggerak motor dicoba untuk membuat produk alas kaki meja. *Mold set* alas kaki meja dapat ditunjukkan pada gambar 7 di bawah ini.

Gambar 7. Mold yang dipakai untuk uji coba



Pengujian dilakukan dengan menggunakan semua mekanisme rancangan yang ada dengan hasil: modifikasi unit injeksi dapat berfungsi (lihat hasil produk pada gambar 8), *cycle time* cukup cepat yaitu sekitar 15-25 detik dan kapasitas produksi dapat ditingkatkan hampir dua kali lipat dari sebelumnya.



Gambar 8. Produk Hasil Uji Performansi

#### 5. Kesimpulan

Dari perancangan, analisis, pembuatan dan uji performansi modifikasi mekanisme injeksi dapat disimpulkan sebagai berikut :

6. Modifikasi mekanisme injeksi mesin manual menjadi berpenggerak motor listrik AC 1,5 dapat berjalan dengan baik, dengan kemampuan maksimal 5 ton .
7. Dengan modifikasi ini memberikan dampak, bahwa produktivitas mesin ini tidak bergantung pada tenaga operator. Operator tidak lagi kesulitan dalam menggunakan mesin ini
8. Satu *cycle time* injeksi termasuk cepat yaitu sekitar 15 detik dan kapasitas produksi dapat ditingkatkan hampir dua kali lipat dari sebelumnya.
9. Secara detail spesifikasi mesin injeksi modifikasi berpenggerak motor sebagai berikut..

No	Uraian	Spesifikasi	Kelebihan
1	Dimensi	210 cm X 50 cm X 75 cm	1. Harga murah 2. Pengoperasian mudah 3. Kapasitas lebih besar
2	Kapasitas gaya injeksi	5 ton	
3	Harga (termasuk mesin awal)	Rp 12.000.000	
4	Daya motor	1,1 Kw = 1,5 Hp	

**Daftar Pustaka**

- [1] Gastrow, 1993. *Injection Molds*, hanser publishers, Munich, Vienn, New York, Barcelona.
- [2] Laszlo sors, 1981. *lastic Molds and Dies*, Van Nostrand Reinhold Co.
- [3] Klaus Stoeckert, 1983. *Mold Making Handbook*, Hanser Publishers, Munuch Vienna New York.
- [4] P. Beer, Ferdinan dan Jr. Johnston, Russell, 1987. *Mekanika Untuk Insinyur*, Erlangga, Jakarta.
- [5] T. Ulrich, Karl dan D. Eppinger, Steven, 2000. *Product Design and Development*, second edition, McGraw-Hill, New York.
- [6] Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, Toshie, 2000. *Welding Engineering*, cetakan kedelapan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [7] Sato, G. Takashi dan Hartanto, N. Sugiarto, 2000. *Menggambar Mesin: menurut Standar ISO*, cetakan kesembilan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [8] E. Dieter, George, 1993. *Metalurgi Mekanik*, edisi ketiga, jilid 1, Gelora Aksara Pratama, Jakarta.
- [9] Sularso dan Suga, Kiyokatsu, 1994. *“Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin”*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [10] Joseph, E, Shigley, Dkk, 2003. *Mechanical Engineering Design*,. McGraw-Hill. New york, 7<sup>th</sup> ed.
- [11] Katalog Toyo Worm Gear Speed Reducers.
- [12] Katalog Interjaya Surya megah Motor.



**PROSIDING**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL (ITENAS) - BANDUNG**

---



**SEMINAR NASIONAL VIII**

**REKAYASA DAN APLIKASI TEKNIK MESIN DI INDUSTRI**

Kampus ITENAS, Bandung 24 - 25 November 2009